

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გაგა ლომოური

სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსებში ნავთობისა  
და ნავთობპროდუქტების გადატვირთვის ოპტიმიზაცია  
სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის  
ურთიერთქმედების დროს

სპეციალობა: – სატრანსპორტო ლოგისტიკა

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორ ეფერ ატი

თბილისი

2012 წელი

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის № 46 საავტომობილო ტრანსპორტის მიმართულებაზე და ამავე ფაკულტეტის ლოგისტიკის დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ლევან ბოცვაძე, ტ.მ.დ.,  
სრული პროფესორი

- რეცენზენტები: 1. პეტრე ქენჭაძე, ტექნიკის მეცნიერებათა  
დოქტორი, სრული პროფესორი  
2. ნოდარ დუმბაძე, ეკონომიკის მეცნიერებათა  
დოქტორი, სრული პროფესორი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2012 წლის ” 29 ” ივნისს, ----- საათზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის ..... კოლეგიის სხდომაზე

მისამართი: 0175, თბილისი, მ. კოსტავას ქ. 68, I კორპუსი, აუდიტორია № \_\_\_\_\_.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ცენტრალურ სამეცნიერო ბიბლიოთეკაში.

ავტორეფერატი დაიგზავნა 2012 წ. „\_\_\_\_“ \_\_\_\_\_

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული  
მდივანი, ასოცირებული პროფესორი

რ. ველიჯანაშვილი

## ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

**სამუშაოს აქტუალობა.** XX საუკუნის მიწურულში დამოუკიდებელი ქვეყნების ჩამოყალიბებამ და მათმა ინტეგრაციამ მსოფლიოს ეკონომიკურ სისტემაში, სრულიად ახალი ამოცანები დასახა ახლად ჩამოყალიბებულ და ასევე დარჩენილი ქვეყნების წინაშე. „გაიხსნა საზღვრები“ ახლად ჩამოყალიბებულ ქვეყნებსა და დანარჩენ მსოფლიოს შორის, ჩამოყალიბდა ახალი სატრანსპორტო მიმართულებები, რამაც გამოიწვია საერთაშორისო დერეფნების შექმნა და ფუნქციონირება რამდენიმე ქვეყანაში ერთდროულად. ყოფილი საქართველოს საბჭოთა სოციალისტური რესპუბლიკა გახდა უმნიშვნელოვანესი დამაკავშირებელი ქვეყანა აზიასა და ევროპას შორის, ხოლო მისი სატრანსპორტო სისტემის წამყვანი დარგი, რკინიგზა, „ჩიხობრივი“ გზიდან გადაიქცა სატრანზიტო გზად.

ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს რკინიგზით გადაზიდულ ტვირთებს შორის დაახლოებით 60% ნავთობტვირთებია. გამოკვლევით დადგინდა, რომ საქართველოს რკინიგზის მთავარ მიმართულებაზე გადაზიდვითი პროცესის სრული ციკლის რაციონალურ განხორციელებაში ერთ-ერთ შემაფერხებელ მიზეზად გვევლინება ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადამუშავებასთან დაკავშირებული საკითხები (რკინიგზის გადაზიდვითი პროცესის სრული ციკლის დამამთავრებელი ფაზა).

ცნობილია, რომ ნავთობი და ნავთობპროდუქტები მიეკუთვნება განსაკუთრებული სახის ტვირთებს, რომელთა მიმართ ტექნიკური, სატვირთო, კომერციული და სამანევრო ოპერაციების წარმოება მნიშვნელოვანწილად განსხვავებულია (გართულებულია) სხვა ტვირთებთან შედარებით. ნავთობტვირთებს თავისი წარმომავლობის მიხედვით (ნათელი, შავი), ესაჭიროება შესაბამისი მოძრავი შემადგენლობა; მათ ახასიათებთ, ადვილად აალება, მაღალი ხარისხის სიბლანტე, აორთქლება, ლითონზე კოროზიული და ადამიანის ორგანიზმზე მავნე ზემოქმედება. სპეციფიკურია მათი მიღების, შენახვის, გაცემის, ჩასხმის, ჩამოსხმის, გადატვირთვის (გადასხმის) ტექნოლოგიები. ამრიგად, ნავთობტვირთების ტრანსპორტირება წარმოადგენს რთულ პრობლემას და მისი განხორციელებისათვის საჭიროა განსაკუთრებული პირობები.

სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის ურთიერთქმედებისას ნავთობისა და ნავთობტვირთების გადატვირთვის ოპტიმიზაცია შესაძლებელია მხოლოდ რაციონალური ტექნიკურ-ეკონომიკური და ორგანიზაციული სქემების დამუშავებითა და სატრანსპორტო ლოგისტიკის პრინციპების გათვალისწინებით. თუ განვიხილავთ ამ საკითხის სისტემური მიდგომისა და სატრანსპორტო ლოგისტიკის პოზიციებიდან, ნავთობისა და ნავთობტვირთების გადაზიდვის (გადამუშავების) პროცესში მაღალიმპირებელ როლს წარმოადგენს ნავთობტერმინალი, ანუ თანამედროვე ტერმინოლოგიით, ნავთობისა და ნავთობტვირთების გადატვირთვის სატრანსპორტო ლოგისტიკური კომპლექსი. ლოგისტიკის პრინციპებიდან გამომდინარე, მან უნდა უზრუნველყოს კლიენტურისათვის სატრანსპორტო, სასაწყობო და განაწილებითი ფუნქციების ინტეგრაცია ლოგისტიკური ჯაჭვის ყველა მონაწილის მოთხოვნათა სრული დაკმაყოფილების პირობებში. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მსგავსი ამოცანების გადაწყვეტა ლოგისტიკის გამოყენებით ჯერ კიდევ არ არის ჯეროვნად შესწავლილი და აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები.** მოცემული დისერტაციის მიზანია საქართველოს საზღვაო გადამტვირთი კომპლექსების მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმების დადგენა ნავთობტვირთების შერეულ სარკინიგზო-საზღვაო მიმოსვლაში გადაზიდვის დროს, არსებულ და უახლოეს პერსპექტივაში შესაძლო ტექნიკურ-ტექნოლოგიური ხასიათის ფაქტორთა ანალიზისა და კომპლექსურად გამოყენების გზით, სატრანსპორტო ლოგისტიკის ძირითადი კანონზომიერების სრულად გათვალისწინების საფუძველზე.

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად ნაშრომში დასმული და გადაწყვეტილი იქნა შემდეგი ძირითადი ამოცანები:

- თანამედროვე ეტაპზე საქართველოს სარკინიგზო-საზღვაო კომპლექსების მუშაობის ანალიზის ჩატარება და მათი სიმძლავრეების ურთიერთშესაბამისობის დადგენა პერსპექტიული ნავთობტვირთების გადატვირთვის მოცულობის მიხედვით;
- ნავთობპროდუქტების გადატვირთვის რაციონალური ტექნოლოგიებისა და ოპტიმალური სასაწყობო სიმძლავრეების დადგენა;

- სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსებში ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადატვირთვის ხანგრძლივობის შემცირების გზების განსაზღვრა;
- ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადამტვირთი სატრანსპორტო ლოგისტიკური კომპლექსების სისტემური გამოკვლევის ჩატარება და ფუნქციონირების ოპტიმიზაციის სტრუქტურულ-პარამეტრული და მათემატიკური მოდელების დამუშავება;
- მეცნიერულად დამუშავებული დასკვნებისა და რეკომენდაციების ჩამოყალიბება.

**კვლევის მეთოდები.** დასმული ამოცანების გადაწყვეტაში საერთო მეთოდური მიდგომა გულისხმობს რკინიგზის სიმძლავრის ზოგადი თეორიის, მათემატიკური სტატისტიკის ხერხებისა და მეთოდების, სისტემური მიდგომისა და სისტემური ანალიზის, ოპერაციათა გამოკვლევის, იმიტაციური მოდელირებისა და ოპტიმალური მართვის თეორიების გამოყენებას.

**ნაშრომის მეცნიერული სიახლე.** სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგები, რომლებიც შეიცავს მეცნიერულ სიახლეს, შემდეგია:

- დამუშავებულია სატრანსპორტო-ლოგისტიკურ კომპლექსში ნავთობტვირთების გადატვირთვისას სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის მონაწილეობით ტექნოლოგიური პროცესის ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელები;
- დადგენილია გადატვირთვის ეფექტურობის ამაღლების ცალკეული ქვესისტემების ტექნიკური პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობები, სატრანსპორტო პროცესის მიმდინარეობის როგორც ნორმალურ, ასევე ალბათურ-განუსაზღვრელი ცვალებადობის პირობებში;
- დადგენილია საქართველოს სატრანსპორტო-ლოგისტიკურ კომპლექსებში ნავთობტვირთების გადატვირთვისას არსებული და საჭირო სიმძლავრეების ურთიერთშესაბამისობა და ნავთობტვირთების გადატვირთვის რაციონალური რეჟიმები;
- სისტემური მიდგომის მეთოდოლოგიისა და ნავთობტვირთების გადამუშავების სპეციფიკის გათვალისწინებით, დამუშავებულია ნავთობტვირთების გადატვირთვის ლოგისტიკურ-ტექნოლოგიური

სტრუქტურა და განზოგადოებული სტრუქტურულ-ფუნქციონალური სქემა, სატრანსპორტო პროცესების დაწვრილებითი დეკომპოზიციური ანალიზის საფუძველზე დამუშავებულია კომპლექსის სტრუქტურულ-პარამეტრული მოდელის მეთოდოლოგიური საფუძვლები და მისი ბლოკ-სქემა.

- შემოთავაზებულია გადატვირთვის კომპლექსების მუშაობის ოპტიმიზაციის კომპლექსური მეთოდოლოგია სატრანსპორტო ნაკადების ხასიათისა და სტრუქტურისაგან დამოკიდებულებით.

**დისერტაციის პრაქტიკული ღირებულება.** დისერტაციის მეცნიერული შედეგების პრაქტიკული რეალიზაცია, რაც უზრუნველყოფს საქართველოს სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსში ნავთობისა და ნავთობტვირთების გადატვირთვის ოპტიმიზაციას, განაპირობებს შესაძლო წლიურ ეკონომიკურ ეფექტს საშუალოდ 6,0 მლნ.ლარის ფარგლებში.

**პუბლიკაცია.** დისერტაციის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 4 სამეცნიერო ნაშრომი.

**ნაშრომის აპრობაცია.** ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენებული და განხილულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „საავტომობილო ტრანსპორტის“ № 46 მიმართულების სხდომებზე (2010, 2011, 2012 წ.).

**ნაშრომის მოცულობა.** სადისერტაციო ნაშრომი შედგება რეზიუმესაგან (ქართულ და ინგლისურ ენებზე), შესავლისაგან, ლიტერატურის მიმოხილვის, შედეგებისა და მათი განსჯისა და დასკვნებისაგან. ის შეიცავს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 169 გვერდს, 25 ნახაზს, 5 ცხრილსა და ლიტერატურის სიას 84 დასახელებით.

### **ნაშრომის ზოგადი შინაარსი**

**რეზიუმეში** მოცემულია ნაშრომის შესრულების საფუძველზე მიღებული შედეგები და მათი პრაქტიკული ღირებულებები.

**შესავალში** დასაბუთებულია თემის აქტუალობა და მოკლედ არის გადმოცემული დისერტაციის არსი.

**ლიტერატურის მიმოხილვაში** მოცემულია: ა) მსოფლიოს პოლიტიკური მდგომარეობა, სატრანსპორტო ბაზრის გადანაწილება და შერეული გადაზიდვებისადმი წაყენებული მოთხოვნები XX საუკუნის

მიწურულში. ბ) ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების მოპოვებისა და გადაზიდვითი პროცესის განვითარების ანალიზი. გ) რკინიგზის პოლიგონებზე ტვირთების ინტენსიური გადაზიდვებისა და საზღვაო პორტებში ლოგისტიკური სტრატეგიების ფორმირებისათვის მიძღვნილი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მოკლე მიმოხილვა.

**შედეგებისა და მათი განსჯის პირველ თავში** განხილულია საქართველოს სატრანსპორტო ლოგისტიკური კომპლექსების მუშაობის ანალიზი და ნავთობისა და ნავთობტვირთების გადატვირთვის საშუალებების ტექნიკური და საექსპლუატაციო დახასიათება. მუშაობის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ დღეს საქართველოში რეალურად ფუნქციონირებს 4 გადატვირთვის სატრანსპორტო ლოგისტიკური კომპლექსი (სარკინიგზო-საზღვაო კომპლექსი) – ბათუმის, ფოთის, ყულევისა და სუფსის. სოხუმის კომპლექსი მხოლოდ ფორმალურად ითვლება საქართველოს შემადგენლობაში, აფხაზეთში არსებული სეპარატისტული რეჟიმის გამო.

ბათუმის კომპლექსის თეორიული სიმძლავრე გათვლილია წელიწადში 18 მლნ.ტ ტვირთის გადამუშავებაზე, ფოთის კომპლექსში ეს სიდიდე შეადგენს 10 მლნ.ტ-ს (ამ კომპლექსის თეორიული სიმძლავრე იქნება 15 მლნ.ტ წელიწადში, მხოლოდ 2014 წლიდან, როცა ექსპლუატაციაში შევა ახალი საკონტეინერო ტერმინალი). ყულევის ტერმინალის (ყულევის, ისევე როგორც სუფსის სატრანსპორტო ლოგისტიკური კომპლექსი ჯერ მხოლოდ ფორმირების პროცესშია და უპრიანია მათი მოხსენება როგორც ტერმინალი) თეორიული სიმძლავრეც შეადგენს 10-ს და სუფსისა კი იქნება 40 მლნ.ტ წელიწადში.

ბათუმის კომპლექსში საპორტო პირსებზე შესაძლებელია როგორც 30, ასევე 60000 ტ წყალწყვის გემების (ტანკერების) დამუშავება, ხოლო 120000 ტ-ისა – უნაგმისადგომო პირსებზე. ფოთის პორტის შესაძლებლობაა დაამუშაოს მხოლოდ 30000 ტ წყალწყვის გემები. ჯერჯერობით იგივე მდგომარეობაა ყულევის ტერმინალში. ამ თვალსაზრისით ყველაზე პერსპექტიულია სუფსის ტერმინალი. პორტის აკვატორიის დიდი სიღრმის გამო (18-20 მ) მას საშუალება ექნება მიიღოს ნებისმიერი წყალწყვის გემი, რასაც კი გამოატარებს ბოსფორის სრუტე.

ბათუმის კომპლექსის მთლიან ტვირთნაკადში დღეისათვის ნავთობტვირთების წილი შეადგენს დაახლოებით 85%, ხოლო ფოთის კომპლექსში – 15%. ყულევისა და სუფსის საპორტო ტერმინალებში ნავთობტვირთების გადატვირთვის მოცულობის არსებული დონე დადგენილია მათი დღევანდელი სიმძლავრეების მიხედვით, რაიმე სხვა პარამეტრებზე საუბარი, რომლებიც გავლენას მოახდენდნენ ამ ტერმინალების რეალური სიმძლავრეების გაზრდაზე, ჯერჯერობით შეუძლებელია, მათი ფორმირების პროცესში ყოფნის გამო. ამავე თავში განხილულია ნავთობისა და ნავთობტვირთების ტრანსპორტირებისა და გადატვირთვის სპეციფიკა.

**შედგები და მათი განსჯის მეორე თავი** შეეხება საქართველოს სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსში მწარმოებლურობის ხელის-შემშლელი პირობების და მისი გაზრდის შესაძლებლობათა გამოკვლევას.

დადგინდა, რომ დღეისათვის ბათუმის კომპლექსში წელიწადში გადამუშავდება დაახლოებით 10 მლნ.ტ ტვირთი, საიდანაც თითქმის 8 მლნ.ტ (85%) ნავთობტვირთია. ფოთის კომპლექსში წლიურად გადამუშავდება 6 მლნ.ტ-მდე ტვირთი, საიდანაც 15% ანუ 1 მლნ.ტონა. ნავთობტვირთია ბათუმის კომპლექსში რეალურად რეალიზებულმა სიმძლავრემ შეადგინა 63%, ხოლო ფოთის კომპლექსში – 75%.

ნავთობისა და ნავთობტვირთების გადატვირთვის ოპტიმიზაცია საზღვაო და სარკინიგზო ტრანსპორტის ურთიერთქმედებისას გულისხმობს მუშაობის ისეთი რეჟიმების შექმნას, რომელიც უზრუნველ-ყოფს ყოველწლიურად მზარდი ტვირთნაკადების შეუფერხებელ ათვისებას მოცემული ტექნიკური აღჭურვილობის პირობებში, სადაც შეჯამებული საექსპლუატაციო ხარჯები იქნება მინიმალური:

$$E = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C'_{ij} X'_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

სადაც  $C_{ij}$  – 1 ტ ტვირთის ტრანსპორტირებაზე საჭირო ხარჯები  $i$ -ური მოპოვების ადგილიდან  $j$ -ურ პორტამდე;

$X_{ij}$  –  $i$ -ური მოპოვების ადგილიდან  $j$ -ურ პორტში გადასაზიდი პროდუქციის მოცულობა;



$C'_{ij}$ - $i$ -ური ადგილზე მოპოვებული 1 ტ ტვირთის გადატვირთვაზე საჭირო ხარჯები  $j$ -ურ პორტში;

$X'_{ij}$ - $i$ -ური ადგილზე მოპოვებული  $j$ -ურ პორტში გადასატვირთი პროდუქციის მოცულობა;

$i, j, m, n$  - ჩვეულებრივი ნატურალური რიცხვებია.

გამოკვლევაში გვიჩვენა, რომ საქართველოს გადატვირთვის კომპლექსში საჭირო სიმძლავრის უზრუნველყოფაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს შემდეგი ფაქტორები:

- უბნებზე მატარებელთა მაქსიმალური მასის, საჭირო სიჩქარისა და დადგენილი მოძრაობის ზომების რეალიზების პირობები;
- სასაწყობო სიმძლავრეების (რეზერვუარების) საჭირო რიცხვი ფიქსირებული ნავთობტვირთების ასათვისებლად;
- ნავთობტვირთების გადატვირთვაში მონაწილე სატრანსპორტო სისტემების რაციონალური ურთიერთქმედება.

გადატვირთვის კომპლექსებში რეალურად მიწოდებული ნავთობტვირთების მოცულობის ანალიზიდან ჩანს, რომ ნავთობტვირთებით დატვირთული მატარებლების დადგენილი მასის რეალიზებისას ადგილი აქვს მატარებლის მაქსიმალური მასის ნორმებიდან გადახრას. ამის გამო მატარებლის საშუალო შემადგენლობა გაცილებით ნაკლებია დადგენილზე. როგორც გამოკვლევაში გვიჩვენა, სამტრედია-ბათუმის უბანზე სრულშემადგენლობიანი მატარებლების წილი შეადგენს 37%, ხოლო სამტრედია ფოთისაზე – 45%. აღნიშნულის გათვალისწინებით დადგინდა, რომ გადაზიდვისუნარიანობის დანაკარგი სამტრედია-ფოთის უბანზე არის 12, ხოლო სამტრედია-ფოთის უბანზე – 9%.

საქართველოს გადატვირთვის კომპლექსებში მისასვლელები, სამტრედია-ბათუმისა და სამტრედია-ფოთის ერთლიანდაგიანი მაგისტრალური რკინიგზის ხაზებია. სატვირთო და არასატვირთო მიმართულებების სიმძლავრეებს შორის ფაქტიურად განსხვავება არ არის. მიღებულია ამ უბნებისათვის საჭირო გამტარუნარიანობის გაანგარიშების მათემატიკური მოდელი:

$$n_{j}^{ერთ} = \frac{(1440 - t_{გვმ}) \alpha_{სამ} \cdot v_{სვ} \cdot j}{(1 - 0,5 \alpha_{საკ}) [120 l_{საგ} + v_{სვ} (\tau_A + \tau_B + t_{სგ})] + v_{სვ} j \alpha_{საკ} I_{საკ}} - \epsilon_{სამ}^{ერთ} \cdot n_{სამ}^{ერთ} \quad (2)$$

სადაც  $t_{\text{ტექ}}$  – ტექნიკური საჭიროებისათვის გამოყოფილი დრო დღე-ღამეში;  $t_{\text{ტექ}} = 60 \text{ წთ}$ ;

$\alpha_{\text{სამ}}$  – ტექნიკური აღჭურვილობის მუშაობის საიმედოობის კოეფიციენტი.  $\alpha_{\text{სამ}} = 0,95-0,97$ ;

$\nu_{\text{სგ}}$  – სატვირთო მატარებლის მოძრაობის სვლითი სიჩქარე;

$j$  – გადასარბენთა არაიდენტიურობის კოეფიციენტი. სამტრედია ბათუმის უბნისათვის  $j = 0,68$ , ხოლო სამტრედია-ფოთის უბნისათვის კი  $j = 0,86$ ;

$\alpha_{\text{პაკ}}$  – პაკეტურობის კოეფიციენტი,  $\alpha_{\text{პაკ}} = 0,33-0,67$ ; ანგარიშებში ვღებულობთ  $\alpha_{\text{პაკ}} = 0,5$ ;

$l_{\text{საშ}}$  – გამყოფ პუნქტებს შორის საშუალო დაშორება;

$\tau_a, \tau_b$  – სასადგურო ინტერვალები მატარებელთა მოძრაობისას შემზღუდავი გადასარბენის შემომსახვრეულ სადგურებში. დადგენილია, რომ  $\tau_A + \tau_B \approx 5 \text{ წთ}$ ;

$t_{\text{სგ}}$  – მატარებლის აჩქარებასა ( $t_s$ ) და შენელებაზე ( $t_{\text{შ}}$ ) დახარჯული დრო.  $t_{\text{სგ}} = t_s + t_{\text{შ}} = 2 + 1 = 3 \text{ წთ}$ ;

$l_{\text{პაკ}}$  – პაკეტში მატარებელთა შორის ინტერვალი; ანგარიშებში ვიღებთ  $l_{\text{პაკ}} = 10 \text{ წთ}$ ;

$\varepsilon_{\text{სამ}}^{\text{ერთ}}$  – სამგზავრო მატარებლის მიერ სატვირთოს მოხსნის კოეფიციენტი;

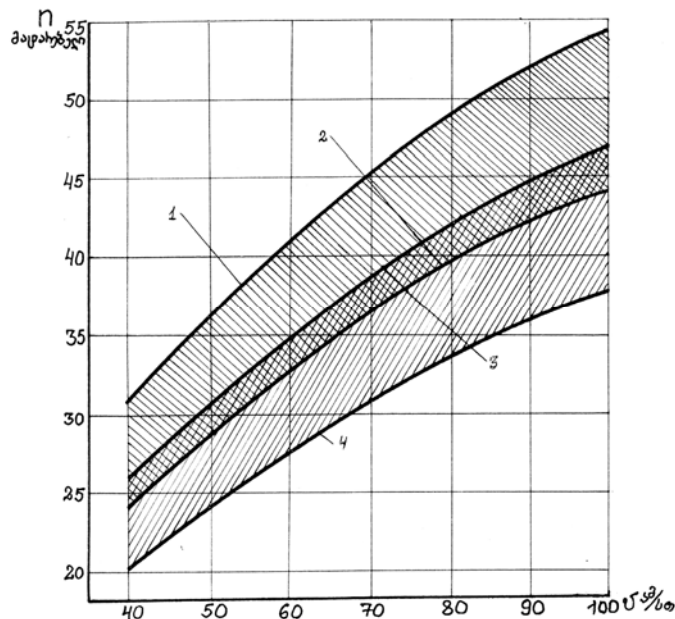
$n_{\text{სამ}}^{\text{ერთ}}$  – სამგზავრო მოძრაობის ზომები შესაბამის უბნებზე.

(2) ფორმულიდან გაანგარიშებული უბნის გამტარუნარიანობა იქნებოდა რეალურთან ყველაზე მიახლოებული, რომ არა ტექნოლოგიური „ფანჯრის“ ფაქტორი. დადგენილია, რომ წლის განმავლობაში სამტრედია-ბათუმის უბანზე „ფანჯრის“ მიმდინარეობის საერთო ხანგრძლივობა შეადგენს 182 სთ-ს, ხოლო სამტრედია-ფოთის უბანზე – 195 სთ-ს. აღნიშნულის გათვალისწინებით გვექნება:

$$n_{\text{ერთ}}^{\text{ერთ}} = \frac{(1440 - t_{\text{ტექ}} - 60T_{\text{ფანჯ}}) \alpha_{\text{სამ}} \cdot \nu_{\text{სგ}} \cdot j}{(1 - 0,5\alpha_{\text{პაკ}}) [120l_{\text{საშ}} + \nu_{\text{სგ}} (\tau_a + \tau_b + t_{\text{სგ}})] + \nu_{\text{სგ}} j \alpha_{\text{პაკ}} l_{\text{პაკ}}} - \varepsilon_{\text{სამ}}^{\text{ერთ}} \cdot n_{\text{სამ}}^{\text{ერთ}}, \quad (3)$$

სადაც  $T_{ფან}$  – ტექნოლოგიური „ფანჯრის“ ხანგრძლივობა, საქართველოს პირობებში ყველაზე გავრცელებული ვარიანტია  $T_{ფან}=4$  სთ.

საჭიროა მოძრაობის ზომების უზრუნველსაყოფად, გარდა საჭირო გამტარუნარიანობისა, აუცილებელია მატარებლის მოძრაობის სიჩქარის საჭირო დონის რეალიზება. ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია სამტრედია-ბათუმისა და სამტრედია-ფოთის უბნებზე გამტარუნარიანობის შესაძლო დონე ტექნოლოგიური „ფანჯრისა“ და მოძრაობის სიჩქარისაგან დამოკიდებულებით.



ნახ. 1. სატვირთო მატარებლების მოძრაობის ზომები სამტრედია-ბათუმისა და სამტრედია-ფოთის უბნებზე მატარებელთა მოძრაობის სველითი სიჩქარისაგან დამოკიდებულებით: 1, 3 – სატვირთო მატარებელთა მოძრაობის ზომები შესაბანიანად სამტრედია-ფოთისა და სამტრედია-ბათუმის უბნებზე ტექნოლოგიური „ფანჯრების“ გაუთვალისწინებლად; 2, 4 - იგივე, „ფანჯრების“ გათვალისწინებით

როგორც ნახაზიდან ჩანს, მატარებელთა მოძრაობის დაბალი სიჩქარის პირობებში „ფანჯრებით“ გამოწვეული დანაკარგი შეადგენს 5-6, ხოლო უფრო მაღალი სიჩქარეების პირობებში – 8-9 მატარებელს დღეღამეში. სატვირთო მატარებლის მოძრაობის სიჩქარის ზრდა 10 კმ/სთ სიჩქარით, გამტარუნარიანობას ზრდის დღეღამეში 3-5 მატარებლით. რადგან „ფანჯრების“ გარეშე ხაზის ექსპლუატაცია შეუძლებელია, ამიტომ „ფანჯრით“ გამოწვეულ დანაკარგებს ვთვლით გეგმიურად, ანუ ნახ. 1-ზე ნაჩვენებ გამტარუნარიანობის სიდიდეებიდან რეალურია მე-2 და მე-4 მრუდეებით გამოსახული დონეები.

ამრიგად, გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ტექნოლოგიური „ფანჯრის“ მიზეზით სამტრედია-ბათუმის უბანზე გამტარუნარიანობა მცირდება საშუალოდ 5-6, ხოლო სამტრედია-ფოთის უბანზე – 7-8 მატარებლით, რაც შეადგენს შესაძლო გამტარუნარიანობის 20-22%. ამ უბნებზე საჭირო გამტარუნარიანობის დონის რეალიზებისათვის, აუცილებელია მატარებელთა მოძრაობის საუბნო სიჩქარე სამტრედია-ბათუმის უბანზე განხორციელდეს 24, ხოლო სამტრედია-ფოთის უბანზე 21 კმ/სთ-ით.

ნავთობტვირთების გადატვირთვა სარკინიგზო ტრანსპორტიდან გემზე პირდაპირი ვარიანტით ფაქტიურად შეუძლებელია. მთავარი მიზეზი ამ გარემოებისა არის მოძრავი შემადგენლობის დიდი რაოდენობით კონცენტრაციის შეუძლებლობა და მიწოდება დაცლის ფრონტზე. სარკინიგზო ტრანსპორტის რაციონალური ურთიერთქმედების ერთ-ერთ აუცილებელ პირობას წარმოადგენს დასატვირთ გემში ტვირთის დროული და შეუფერხებელი მიწოდება. ამ დროს მნიშვნელოვანია ზუსტად იქნეს განსაზღვრული ნავთობტვირთების შესანახი საწყობების (რეზერვუარების) რიცხვი. იგი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{365 \cdot \gamma \cdot f \cdot V} \quad (4)$$

სადაც  $Q$  – ნავთობტვირთების წლიური ტვირთნაკადია, მლნ.ტ/წთ;

$\tau$  – ტერმინალში ტვირთის შენახვის ვადა;

$\gamma$  – თხევადი ტვირთის სიმკვრივე;

$f$  – თხევადი ტვირთით რეზერვუარების გავსების კოეფიციენტი ( $f = 0,95 - 0,98$ );

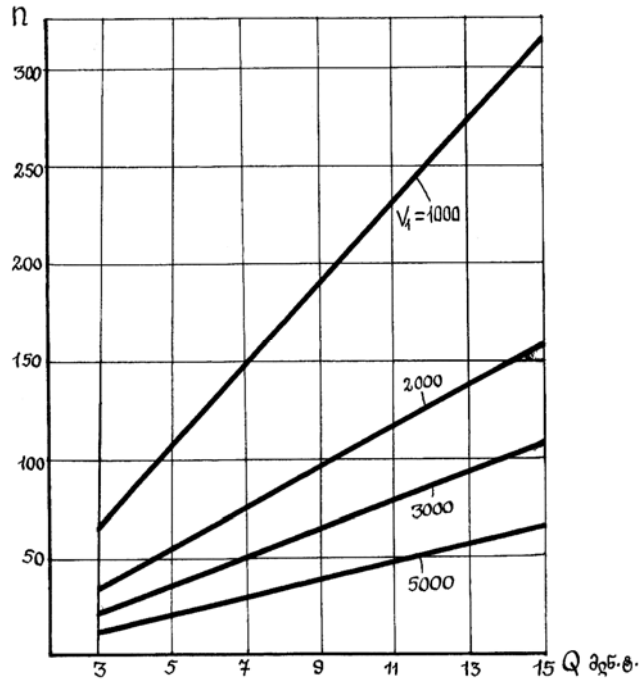
$V$  – ერთი რეზერვუარის მოცულობა.

ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია რეზერვუარების საჭირო რიცხვი ასათვისებელი ტვირთნაკადის მოცულობისა და რეზერვუარების ტევადობისაგან დამოკიდებულებით.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ასათვისებელი ტვირთნაკადის რეალური სიდიდის პირობებში (6-10 მლნ.ტ. წელიწადში), როცა  $V_1=5000$ ტ, მაშინ 6 მლნ.ტ ნავთობტვირთის ასათვისებლად საჭიროა დაახლოებით 25 რეზერვუარი.

საქართველოს სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსში გადატვირთვის საჭირო დონის უზრუნველყოფაში მნიშვნელოვან როლს

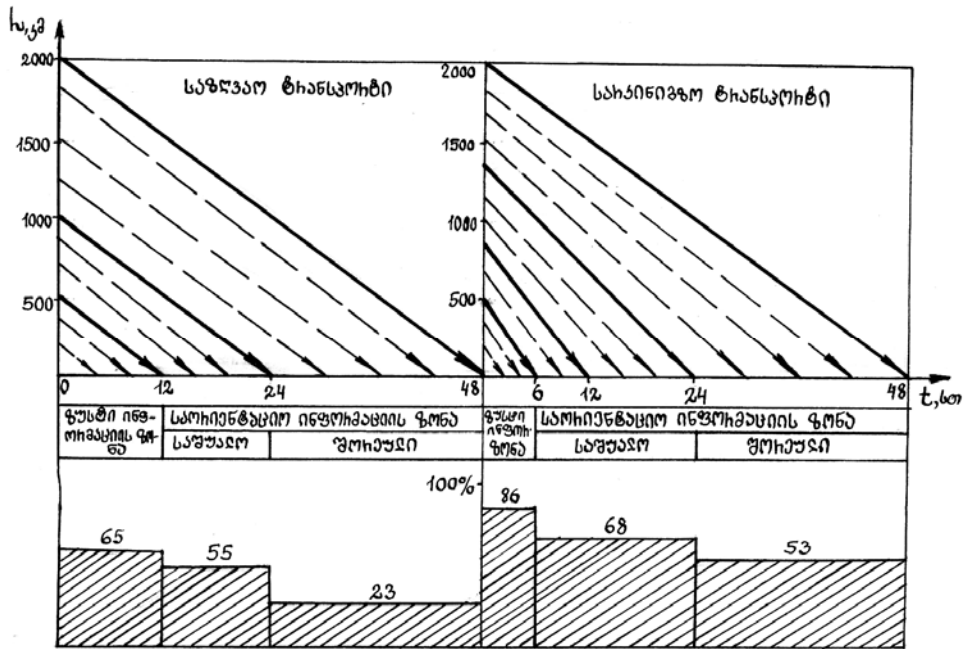
თამაშობს ნავთობტვირთების გადატვირთვაში მონაწილე სატრანსპორტო სისტემების რაციონალურ ურთიერთქმედება.



ნახ. 2. რეზერვუარების საჭირო რიცხვი ( $n$ ), ასათვისებელი ტვირთნაკადის მოცულობისა ( $Q$ ) და რეზერვუარის ტევადობისაგან ( $V$ ) დამოკიდებულებით.

პორტისა და პორტისწინა სადგურის მუშაობის პროგნოზირება წარმოადგენს შეპირისპირების პუნქტის (გადატვირთვის კომპლექსი) ოპერატიული მართვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ელემენტს. პროგნოზირების პერიოდები სარკინიგზო ტრანსპორტზე განიხილება 48, 23, 12, 6 და 4 საათიანი ინტერვალებით, ხოლო საზღვაოზე – 48, 24 და 12 საათიანით. ხსენებული პერიოდებიდან შეიძლება გამოვეყოთ ზუსტი და საორიენტაციო ინფორმაციის ზონები; აქედან მნიშვნელოვანია თუ როგორ ურთიერთობაშია ტრანსპორტის ცალკეული სახეობები ზუსტი ინფორმაციის ზონებში. ე.ი. ემთხვევა თუ არა შეპირისპირების პუნქტში სატრანსპორტო საშუალებების (მატარებელი, გემი) მოძრაობის, მიღებისა და ჩამოყენების დროები ერთმანეთს და თუ არ ემთხვევა, როგორია მათ შორის ცდომილება დროის მიხედვით. ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია სატრანსპორტო საშუალებების ურთიერთგანლაგება, შეპირისპირების პუნქტში მათი გრაფიკული მიღების თვალსაზრისით. როგორც ნახაზიდან ჩანს, საინფორმაციო ზონების მიხედვით (48 საათიანი პერიოდი) სატრანსპორტო

საშუალებების განლაგება შეპირისპირების პუნქტის მიმართ სხვადასხვაგვარია.



ნახ. 3. სატრანსპორტო საშუალებების ურთიერთგანლაგება შეპირისპირების პუნქტში საინფორმაციო ზონების სიდიდისაგან დამოკიდებულებით

ზუსტი ინფორმაციის ზონაში, სადაც ორი სახეობის ტრანსპორტის შეპირისპირების ცდომილება უნდა იყოს უმნიშვნელო, ადგილი აქვს 21%-იან გადახრას. სარკინიგზო ტრანსპორტზე გრაფიკის შესრულება ტოლია 86, ხოლო საზღვაოზე – 65%-ის. ყველაზე დიდი სხვაობა მოძრაობის თანხვედრაში აღინიშნება საორიენტაციო ინფორმაციის შორეულ ზონებში: რკინიგზის ტრანსპორტზე გრაფიკის შესრულების პროცენტია 53, ხოლო საზღვაოზე 23. ამრიგად, ნავთობტვირთების გადატვირთვაში მონაწილე სატრანსპორტო საშუალებების შეთანხმებული ურთიერთქმედებების დარღვევის საშუალო სიდიდე დადგენილი გრაფიკიდან გადახრის დაახლოებით 20%-ია.

მართვის თვალსაზრისით საორიენტაციო ინფორმაციის ზონა ყველაზე ძნელი სამართავია. შემთხვევითი ფაქტორების ერთობლიობის პროცენტი როგორც ერთ, ასევე ტრანსპორტის მეორე სახეობის მხრიდან, ძალიან მაღალია და ამიტომ ამ ფაქტორების გავლენა მკვეთრად იგრძნობა საბოლოო შედეგზე. საზღვაო ტრანსპორტის მხრიდან შემთხვევით ფაქტორებს უპ. ყოვლისა უნდა მივაკუთვნოთ მეტეოროლოგიური პირობები, ხოლო სარკინიგზო ტრანსპორტის

მხრიდან ეს ფაქტორები სხვადასხვაა, კერძოდ ცარიელი ცისტერნების დაგვიანებული მიწოდება დატვირთვაზე. ნავთობტვირთების გადაზიდვის თავისებურებანი და სხვ.

მიუხედავად იმისა, რომ დადგენილია საქართველოს გადატვირთის კომპლექსებში რეზერვუარების საჭირო რიცხვი, ანგარიშებში გათვალისწინებული არ არის ზუსტი, საშუალო და შორეული ინფორმაციის ზონებში ტრანსპორტის სახეობების ურთიერთქმედება და აქედან გამომდინარე გრაფიკის შესრულების გავლენა გადატვირთვის პროცესზე.

საზღვაო ტრანსპორტის ფუნქციონირებაში მეტეოროლოგიური პირობების გავლენის შემცირება საბოლოო რეზულტატზე, ფაქტიურად შეუძლებელია. სარკინიგზო ტრანსპორტის მხრიდან 100%-ით მატარებლის მოძრაობა დადგენილი გრაფიკის მიხედვით შეუძლებელია (გათვალისწინებული ფაქტორები). ნავთობტვირთების გადატვირთვის დროს, ოპტიმალობის კრიტერიუმს წარმოადგენს ტრანსპორტის რომელიმე სახეობების დაგვიანებისას (დადგენილი გრაფიკული ნორმიდან გადახრისას) რეზერვუარების დამატებითი (სარეზერვო) რაოდენობის ტევადობა, რომელიც გათვლილი იქნება გემის დაგვიანების შემთხვევაში მისაღები მატარებლების დაცლის შესაძლებლობაზე და მატარებლების დაგვიანების დროს – დასატვირთად ჩამომდგარი გემის დატვირთვის განხორციელებაზე.

მატარებლისა და გემის მოძრაობისას მათი დადგენილი გრაფიკიდან გადახრის ალბათობა ( $p$ ) შეიძლება გამოვთვალოთ შემდეგი ზოგადი ფორმულით:

$$p = \prod_1^m P_a \prod_1^n P_g, \quad (5)$$

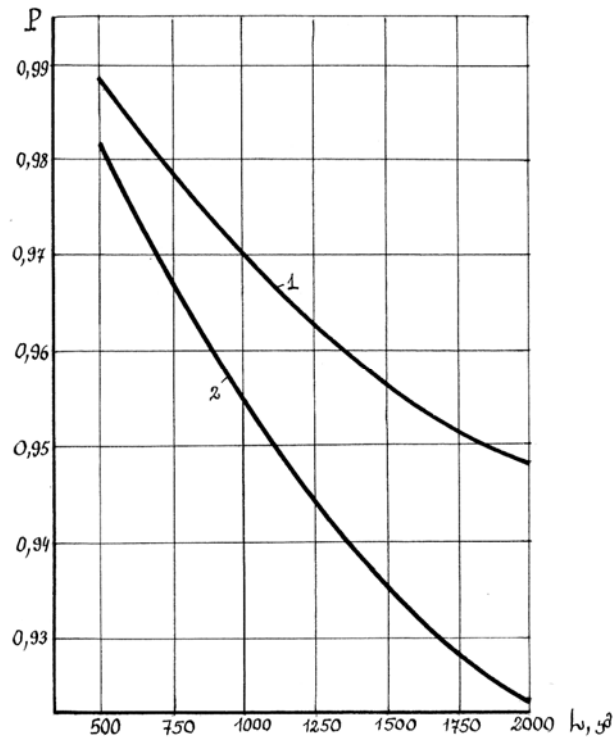
სადაც  $\Pi$  – ალბათობის გამომსახველი ნიშანი;

$p_a, p_g$  – შესაბამისად მატარებლისა და გემის გრაფიკით მოსვლის ალბათობა;

$m$  – გადატვირთვის პუნქტისაკენ მოძრავი მატარებლების რაოდენობა;

$n$  – გადატვირთვის პუნქტისაკენ მოძრავი გემების რაოდენობა;

სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით, რეალურთან მაქსიმალურად მიახლოებული პირობებისათვის ნახ. 4-ზე გამოსახულია სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის მოძრაობისას მათი გრაფიკიდან გადახრის ალბათობა გასაველელი მანძილის სიდიდისაგან დამოკიდებულებით.



ნახ. 4. სარკინიგზო (1) და საზღვაო (2) ტრანსპორტის მოძრაობისას მათი გრაფიკიდან გადახრის ალბათობა (P) გასაველელი მანძილის სიდიდისაგან (L) დამოკიდებულებით.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, გრაფიკის შესრულების ალბათობა გასაველელი მანძილი სიდიდის უკუპროპორციულია. მაგალითად, როცა  $L = 500$  კმ,  $p_a = 0,988$ , ხოლო  $p_g = 0,981$ ; გასაველელი მანძილის გადიდებით გრაფიკის შესრულების ალბათობა იკლებს: როცა  $L = 1000$ კმ, მაშინ  $p_a = 0,970$ , ხოლო  $p_g = 0,955$ ; როცა  $L = 2000$ კმ, მაშინ  $p_a = 0,948$ , ხოლო  $p_g = 0,922$ .

ალბათური მონაცემების საფუძველზე, ბათუმისა და ფოთის პორტის ტერიტორიაზე აიგოს მინიმუმ სამი მატარებლის ნეტომასაზე გათვლილი დამატებითი რეზერვუარი, რაც შეადგენს საშუალოდ თითოეული პორტისათვის 3500 ტ-ის დამატებით სასაწყობო სიმძლავრეს.



შედგებისა და მათი განსჯის მეორე თავშივეა განხილული საქართველოს გადატვირთვით კომპლექსებში ნავთობტვირთების გადამუშავების (გადატვირთვის) ოპტიმიზაცია ინტენსიური ტექნოლოგიების გამოყენებით და მისი ეკონომიკური ეფექტიანობა.

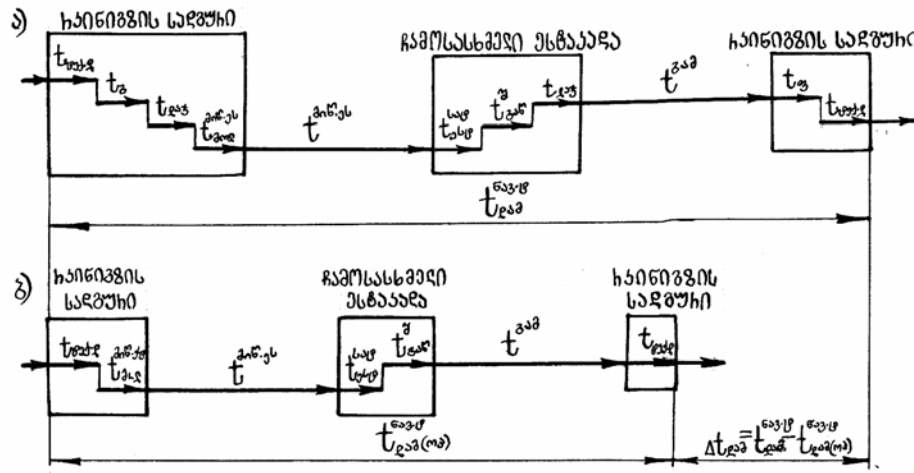
ნავთობტვირთების გადატვირთვაში მონაწილე სატრანსპორტო სისტემების ურთიერთქმედების ოპტიმალობის კრიტერიუმს წარმოადგენს ამ პროცესის წარმოებისათვის საჭირო მინიმალური ხარჯები. მინიმალური საექსპლუატაციო ხარჯების მიღება ნავთობტვირთების გადატვირთვის პირდაპირი ვარიანტით, მათი სპეციფიკიდან გამომდინარე, შეუძლებელია. აქცენტის გაკეთება სატრანსპორტო საშუალებების რაციონალურ რეგულირებაზე მათი დაუბეგმავი მოცდენების შემცირების მიზნით, ფაქტიურად შეუძლებელია. ამრიგად რჩება ტექნოლოგიური პროცესების გაუმჯობესებით საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირების ვარიანტი.

გადატვირთვის კომპლექსში ნავთობტვირთების დამუშავების დღევანდელი ანალიზიდან ჩანს, რომ მათი დამუშავების ტექნოლოგია ანუ მატარებლის მიღება, ტექნიკური დათვალიერება, ფორმირება, ვაგონების დაჯგუფება ტვირთის სახეობების მიხედვით, ჩამოსასხმელ ესტაკადაზე მიწოდება, რეზერვუარებში ნავთობტვირთების გადასხმა – დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მარშრუტიზაციის დონე, ტვირთების შემცველობა (ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები) და მოძრავი შემადგენლობის გამოყენება ტვირთის სახეობების მიხედვით.

ნახ. 5-ზე ნაჩვენებია გადატვირთვის კომპლექსში ნავთობტვირთებით დატვირთული მატარებლის დამუშავების ტექნოლოგიური სქემა არსებული მეთოდითა (ა) და ინტენსიური ტექნოლოგიების გამოყენებით (ბ).

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ინტენსიური ტექნოლოგიების დროს ცალკეული ტექნოლოგიური პროცესების რაოდენობა გაცილებით მცირეა, ვიდრე არსებულ პირობებში. გადატვირთვის კომპლექსში (სატვირთო ტერმინალში) ნავთობტვირთებით დატვირთული ერთი მატარებლის დამუშავების ხანგრძლივობა არსებული მეთოდით, შეიძლება გავიანგარიშოთ ფორმულით:

$$t_{\text{დამ}}^{\text{ნავტ}} = \left[ 2(t_{\text{ტექსტ}} + t_{\text{გ-ფ}} + t_{\text{დაჯ}} + \frac{180L_{\text{ა-ბ}}}{V_{\text{ა-ბ}}}) + t_{\text{მოლ}}^{\text{მოწკს}} + t_{\text{ესტ}}^{\text{სატ}} \right] : 60, \text{ სთ.} \quad (6)$$



ნახ. 5. გადატვირთვის კომპლექსში ნავთობტვირთებით დატვირთული მატარებლის დამუშავების ტექნოლოგიური სქემა არსებული მეთოდითა (ა) და ინტენსიური ტექნოლოგიების (ბ) გამოყენებით

$t_{ტექს}$  – საპასპორტო სადგურში მატარებლის ტექნიკურ დათვალიერებაზე დახარჯული დრო, წთ;

$t_{გ-გ}$  – მატარებლის განფორმირება-ფორმირებაზე დახარჯული საშუალო დრო, წთ;

$t_{დაჯ}$  – ვაგონების დაჯგუფებაზე დახარჯული საშუალო დრო, წთ;

$L_{ა-ბ}$  – ვაგონთა მიწოდება-გამოტანის ფრონტის სიგრძე, კმ;

$v_{ა-ბ}$  – მიწოდება-გამოტანის საშუალო სიჩქარე, კმ/სთ;

$t_{მოლ}^{მოწ.ეს}$  – შემადგენლობის (ახსნის) მოცდენა ჩამოსასხმელ ესტაკადაზე მიწოდებამდე, წთ;

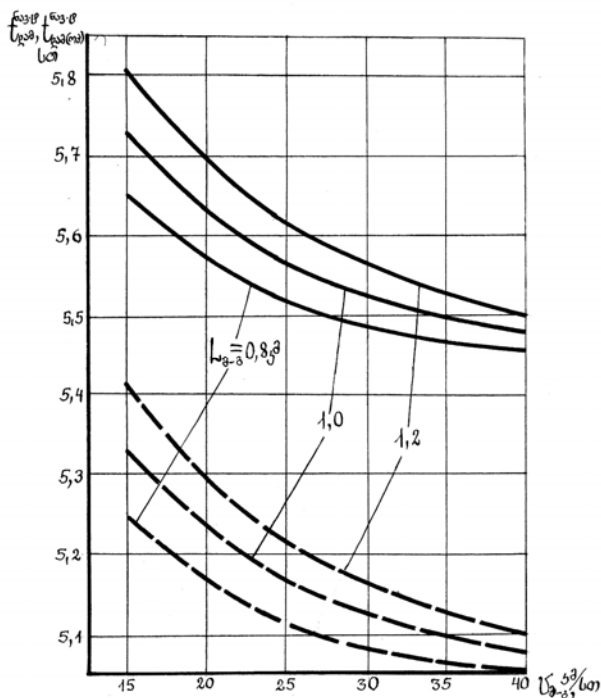
$t_{ესტ}^{სატ}$  – ჩამოსასხმელ ესტაკადაზე ყოფნისას სატვირთო ოპერაციებზე დახარჯული დრო, წთ.

გადატვირთვის კომპლექსში ნავთობტვირთების დამუშავების ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელი გამოისახება შემდეგნაირად:

$$t_{დამ}^{ნავტ} = \left[ 2(t_{ტექს} + t_{გ} + \frac{180L_{ა-ბ}}{V_{ა-ბ}}) + t_{მოლ}^{მოწ.ეს} + t_{ესტ}^{სატ} \right] : 60, \text{ სთ.} \quad (7)$$

ნახ. 6-ზე ნაჩვენებია გადატვირთვის კომპლექსში მატარებლის დამუშავებაზე საჭირო ტექნოლოგიური დროის დამოკიდებულება მიწოდების ფრონტის სიგრძესა და შემადგენლობის მოძრაობის სიჩქარეზე.

შეიძლება დაეასკვნათ, რომ მატარებლის დამუშავებაზე საჭირო დრო მისი ინტენსიური ტექნოლოგიებით დამუშავებისას გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ჩვეულებრივ პირობებში და საშუალოდ მერყეობს 0,4-1,0 სთ-ის ფარგლებში. ფაქტიურად ეს არის მატარებლის განფორმირებისა (ნაწილობრივ) და დაჯგუფებაზე გამონთავისუფლებული დრო.



ნახ. 6. გასატვირთი კომპლექსში მატარებლის დამუშავებაზე საჭირო ტექნოლოგიური დროის დამოკიდებულება მიწოდების ფრონტის სიგრძესა  $L_{გ}$  და შემადგენლობის მოძრაობის სინქარეზე  $v_{გ}$ .  
 ————— მატარებლის დამუშავება დადგენილი ტექნოლოგიით;  
 - - - მატარებლის დამუშავება ინტენსიური ტექნოლოგიით.

ინტენსიური ტექნოლოგიების მიხედვით საპორტო ტერმინალში მატარებლის დამუშავებისათვის საჭირო დროის შემცირებით წლის განმავლობაში გამონთავისუფლებული ვაგონების რაოდენობა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$\Delta n_{ვაგ} = \frac{n_{მატ} Q_{ნეტ} (t_{დამ}^{ნეტ} - t_{დამ(ოპ)}^{ნეტ})}{q_{ნეტ}^{ნეტ}}, \quad (8)$$

სადაც  $n_{მატ}$  – დღეღამეში გადატვირთვის კომპლექსში დასამუშავებელი მატარებლების რაოდენობა;

$Q_{ნეტ}$  – დასამუშავებელი მატარებლის ნეტომასა, ტ;

$q_{\text{ნებ}}^{\text{ნაგბ}}$  – ნავთობტვირთით დატვირთული ერთი ვაგონის ნეტომასა.

საქართველოს რკინიგზის პირობებში ეს სიდიდე შეიძლება

ავიღოთ  $q_{\text{ნებ}}^{\text{ნაგბ}} = 56$  ტ;

დღეს არსებული საექსპლუატაციო მონაცემების მიხედვით სამტრედია-ბათუმის უბნისათვის  $\Delta n_{\text{ვაგ}}^{\text{ს-ბ}} = [12 \cdot 2435(5,8 - 5,4)] : 56 = 208,7 \approx 209$  ვაგონი;

სამტრედია-ფოთის უბნისათვის  $\Delta n_{\text{ვაგ}}^{\text{ს-ფ}} = [7 \cdot 2335(5,8 - 5,4)] : 56 = 116,75 \approx 117$  ვაგონი. სულ დღელამეში გამონთავისუფლებული ვაგონების რაოდენობა

იქნება  $\Delta n_{\text{ვაგ}} = \Delta n_{\text{ვაგ}}^{\text{ს-ბ}} + \Delta n_{\text{ვაგ}}^{\text{ს-ფ}} = 209 + 117 = 326$  ვაგონი;

გამონთავისუფლებული სავაგონო პარკის ექსპლუატაციით მიღებული ეკონომიკური ეფექტს ვსაზღვრავთ ფორმულით:

$$\mathcal{E}_{\text{წლ}} = \frac{365 P_{\text{დინ}} S_{\text{ვაგ}} (1 - \rho) \cdot \Delta n \cdot c_{\text{ტ.კმ}}}{1 + k}, \quad (9)$$

სადაც  $P_{\text{დინ}}$  – ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის დინამიკური დატვირთვა;

საქართველოს რკინიგზაზე  $P_{\text{დინ}} = 52,76$  ტ;

$S_{\text{ვაგ}}$  – სატვირთო ვაგონის საშუალო სადღელამისო გარბენა;

$S_{\text{ვაგ}} = 282,5$  კმ;

$\rho$  – სარემონტო ვაგონების წილი ვაგონთა მუშა პარკში; ანგარიშებში შეიძლება დავუშვათ  $\rho = 0,12$ ;

$c_{\text{ტ.კმ}}$  – დღევანდელ პირობებში საქართველოს რკინიგზაზე 10 ტ.კმ-ის ღირებულება;  $c_{\text{ტ.კმ}} = 0,008$  ლარი;

$k$  – კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს საექსპლუატაციო ტ.კმ-ის ფარდობას სატარიფო ტ.კმ-თან; საქართველოს პირობებისათვის შეიძლება მივიჩნიოთ  $k = 1,06$ ;

მაშინ სიდიდე  $\mathcal{E}_{\text{წლ}} = [365 \cdot 52,76 \cdot 282,5(1 - 0,1) \cdot 326 \cdot 0,008] : (1 + 1,06) \approx 6,2$  მლნ. ლარი.

ამრიგად, საპორტო ტერმინალში ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების ოპტიმიზაცია მიიღწევა ინტენსიური ტექნოლოგიების გამოყენებით და მისი ეკონომიკური ეფექტი შეადგენს დაახლოებით 6 მლნ. ლარს.

შედგებისა და მათი განსჯის მესამე თავში განხილულია ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადამტვირთი სატრანსპორტო ლოგისტიკური კომპლექსების სისტემური გამოკვლევა. ნავთობტვირთების გადამტვირთი სატრანსპორტო კომპლექსების ფუნქციონირებისა და ტექნიკური აღჭურვილობის ოპტიმიზირებისათვის ჩატარებულ იქნა მისი სისტემური გამოკვლევა, სისტემური მიდგომის, სისტემური ანალიზისა და ლოგისტიკის პრინციპების პოზიციებიდან.

გადატვირთვის სატრანსპორტო ლოგისტიკური კომპლექსი წარმოდგენილია როგორც რთული ტექნიკური სისტემა, შედგენილი მატერიალური და მისი თანხმლები ნაკადების მართვის ერთიან კომპლექსში ურთიერთმოქმედი და ურთიერთდაკავშირებული ტექნოლოგიური უბნებისაგან. იმიტაციური მოდელის შედგენის დროს გამოყენებულია ე.წ. სტრუქტურული მოდელების პრინციპი, ანუ როცა ცალ-ცალკე დგება კომპლექსის თითოეული უბნის მათემატიკური მოდელი, რომელთა გაერთიანებაც მათემატიკური ფორმალიზაციის მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელია იმიტაციურ მოდელში.

გადამტვირთი კომპლექსის იმიტაციური მოდელი წარმოდგენილია 3 შემადგენელი ნაწილის სახით: 1 – მართვის ობიექტის მოდელები პროცესის მოდელირებისათვის, 2 – მმართველი სისტემის მოდელი და 3 – გარემოს მოდელი ანუ გარემოს გავლენა კომპლექსის მუშაობაზე.

კომპლექსში ლოკალური ჯაჭვების აგებისათვის შემოტანილია აღნიშვნების სისტემა. გამოკვლევის ობიექტად აღებულია ნავთობის ტერმინალი მომარაგების 2 სისტემით, სარკინიგზოთი და მილგამტარით, გადატვირთვის 2 ვარიანტით – ნავმისადგომი და პირსი. შესაბამისად არის გადატვირთვის ორი ლოგისტიკური ჯაჭვი: „სარკინიგზო ტრანსპორტი-ესტაკადა-საწყოები-ნავმისადგომი-გემი“ და „მილგამტარი-საწყოები-პირსი-გემი“.

იმიტაციური მოდელის აგება ეფუძნება კომპლექსის სტრუქტურულ-პარამეტრული მოდელის შედგენას, მათემატიკური მოდელის აგებასა და ოპტიმიზაციის ობიექტის ანალიზს. მიზნით ჩატარდა მოდელის შემავალი და გამომავალი არხების სრული პარამეტრული დეკომპოზიცია პრინციპით: „შესავალი-პროცესი-გამოსავალი“. კომპლექსის ფუნქციონირების სხვადასხვა ალტერნატიული ვარიანტების შეფასებისას მათგან

ოპტიმალურის შერჩევის მიზნით, გამოყენებულია ცნობილი მეთოდიკა საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებზე დაყრდნობით: ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად შერჩეულია სუფთა დისკონტირებული შემოსავლის მაქსიმუმი  $\max SDS_k^{ML}$ . ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა წარმოებს ოპტიმიზაციის კრიტერიუმების კომბინირებული მოქმედებებისას შემდეგი პირობების გათვალისწინებით:

$$SDS_k^{ML} \geq 0; SI_k \geq 1; MSN \geq i_k, \quad (10)$$

სადაც  $SI$  – შემოსავლიანობის ინდექსი;

$MSN$  – შინაგანი მომგებიანობის ნორმა;

$i_k$  – კაპიტალზე ინვესტიციის მიერ დადგენილი ნორმა.

პარამეტრების სრული დეკომპოზიციის კლასიფიკაციის საფუძველზე დამუშავდა გადამტვირთი კომპლექსის მათემატიკური მოდელის სტრუქტურულ პარამეტრულ ბლოკ-სქემა, რომელშიც პარამეტრები დაყოფილია შემდეგ ჯგუფებად (ვექტორებად):  $\vec{X}(t)$  – შემავალი მმართველი (უმართავი) პარამეტრების;  $\vec{U}(t)$  – შუალედური პარამეტრების;  $\vec{\xi}(t)$  – შემაშფოთებელი პარამეტრების;  $\vec{Z}(t)$  – ტექნოლოგიური პარამეტრების;  $\vec{Y}(t)$  – გამომავალი მართვადი (მდგომარეობის) პარამეტრების;  $\vec{g}(t)$  – შეზღუდვების ვექტორი.

თანმიმდევრული სინთეზის მეთოდით მიღებულია გადატვირთვის კომპლექსის და მისი ქვესისტემების ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრები.

№	აღნიშვნა	მაჩვენებლების დასახელება
1	2	3
		1. საერთო მაჩვენებლები
1.1.	$Q_{k_1, i_2}$	ტვირთობუნვა
1.2.	$Q_{k_1, i_2}$	გადამტვირთვის მოცულობა
1.3.	$P_k$	ინტეგრალური დანახარჯები
1.4.	$K_k$	კაპიტალური დანახარჯები
1.5.	$C_k$	საექსპლუატაციო დანახარჯები
1.6.	$R_k$	რენტაბელობა
1.7.	$SDS_k$	სუფთა დისკონტირებული შემოსავალი
1.8.	$SI$	შემოსავლიანობის ინდექსი
1.9.	$MSN$	მომგებიანობის შინაგანი ნორმა
1.10.	$S_k$	კომპლექსის საერთო ფართი

ცხრილი 5-ის გაგრძელება

1.11.	$K_k$	სერვისული მომსახურების კოეფიციენტი
		<b>2. ცალკეული ქვესისტემების მაჩვენებლები. სარკინიგზო ტრანსპორტი</b>
2.1.	$N_{\mu}$	ვაგონების საერთო რიცხვი
2.2.	$L_{\mu}$	სარკინიგზო მისასვლელი გზების საერთო სიგრძე
2.3.	$L_{\text{მიწ.}}$	მიწოდების საერთო სიგრძე
2.4.	$N_{\text{ესტ.}}$	ესტაკადების საერთო რიცხვი
2.5.	$L_{\text{მგ.}}$	მიღება-გაგზავნის გზების რიცხვი
2.6.	$L_{\text{ლ}}$	ლოკომოტივების საერთო რაოდენობა
2.7.	$q_{i_1, i_2}$	სარკინიგზო ვაგონის (ციხტერნის) ტვირთამწეობა
2.8.	$T_{\text{ს.შ.}}$	საპორტო შტოს გამშვებუნარიანობა
2.9.	$M_{\text{პრ.სს.}}$	გზების რაოდენობა პორტის პარკის, ანდა საპორტო სადგურის რაიონში
2.10.	$N_{\text{მიწ.}}$	მიწოდებაში ვაგონების მაქსიმალური რაოდენობა
2.12.	$K_{\text{გად.}}$	გადასაცემი მატარებლების რაოდენობა
2.13.	$M_{\text{გაგ.სამგ.}}$	მიღება-გაგზავნის გზების რიცხვი და სიგრძე
2.14.	$I_{\text{მიწ.}}$	საშუალო ინტერვალი მიწოდებათა შორის
3.1.	$V_{\text{საწ.}}$	საწყოების მოცულობა
3.2.	$N_{\text{გ.ს.}}$ $O_{\text{გ.ს.}}$	გადამტუმბი სადგურების რაოდენობა და მწარმოებლობა
3.3.	$S_{\text{რ.}}$	რეზერვუარების მიერ დაკავებული ფართი
3.4.	$S_{i_1, i_2}$	საწყოების მიერ დაკავებული ფართი
3.5.	$K_{\text{სირთ.}}$	გამავალი ტვირთნაკადის სირთულის კოეფიციენტი
3.6.	$F_{i_1, i_2}$	საწყოების ტევადობის მარაგი
3.7.	$\text{აშლ. } D_{\text{შ}}$	შლანგების სიგრძე და დიამეტრი
3.8.	$S_{i_1, i_2}$	საწყოების სადღეღამისო გამშვებუნარიანობა
		<b>3. გადატვირთვის კომპლექსი (ნავმისადგომი)</b>
3.1.	$N_{\text{ნავ.}}$	ნავმისადგომების რაოდენობა
3.2.	$L_{\text{ნავ.}}$	ნავმისადგომის ფრონტის სიგრძე
3.3.	$N_{\text{ტ.ს.}}$	გადატვირთვის ტექნოლოგიური ხაზების რიცხვი
3.4.	$P_{\text{დდ.}}$	სატვირთო სამუშაოთა ინტენსიურობა
3.5.	$t_{\text{ტვ.}}$	გემის სატვირთო დამუშავების დრო
3.6.	$K_{\text{დას.}}$	დასაწყოების ანუ გადატვირთვის კოეფიციენტი
3.7.	$T_{\text{ტვ.}}$	ოპერაციების ქვეშ ნავმისადგომის დაკავების დრო
3.8.	$\Pi_{\text{ვრ.}}$	ნავმისადგომის სადღეღამისო გამშვებუნარიანობა
3.9.	$Q_{\text{დდ.}}$	ნავმისადგომის სადღეღამისო ტვირთბრუნვა
3.10.	$Y_{\text{ნავ.}}$	ნავიგაციის პერიოდის ხანგრძლივობა
3.11.	$a_{\text{საწ.}}$	საწყოების ტვირთების გავლის კოეფიციენტი
3.12.	$G_{\text{ტვ.}}$	ტვირთის რაოდენობაა გემზე
3.13.	$P_{\text{გ.სთ.}}$	გემის დატვირთვის ტვირთსაათების ნორმა
3.14.	$Q_{i_1, i_2}^{\text{ნავ}}$	ნავმისადგომის ტვირთბრუნვა
3.15.	$G_{\text{ნავ.}}$	ნავმისადგომის ფრონტის ტვირთდაძაბულობა
3.16.	$N_{\text{ტ.}}, P_{\text{ტ}}$	ცენტრიდანული ტუმბოების რიცხვი და მწარმოებლობა ნავმისადგომზე
3.17.	$P_{\text{წლ.}}$	ნავმისადგომის წლიური გამშვებუნარიანობა
3.18.	$\gamma$	საპორტო შტოს დაკავების კოეფიციენტი

ცხრილი 5-ის გაგრძელება

3.19.	$T_{საშ.}$	საპორტო შტოს გამშვებუნარიანობა
3.20.	$\Pi_{გამშ.}$	ნავმისადგომის სანავიგაციო გამშვებუნარიანობა
4.1.	$S$	საანგარიშო გემების ტიპების რაოდენობა ( $S \in S$ )
4.2.	$K_{მეტ.}$	პორტის მეტეოპირობების კოეფიციენტი
4.3.	$K_{ნავ.}$	ნავმისადგომის გამოყენების კოეფიციენტი
4.4.	$DW_S$	საანგარიშო გემის წყალწყვა
4.5.	$L_S, B_S$	საანგარიშო გემის სიგრძე და სიგანე
4.6.	$K_{გამშ.}$	საანგარიშო გემის სამშენებლო ღირებულება
4.7.	$n_{ტ.}$	ტანკერზე ტანკების რაოდენობა
4.8.	$V_S^{\max}, V_S^{\min}$	გემის პარტიების მაქსიმალური და მინიმალური სიდიდე
4.9.	$N, N_{საერ.}$	გემის დამუშავების სუფთა და საერთო ინტენსივობა
4.10.	$K_{ფ.}, C_{ფ.}$	ხვედრითი კაპდაბანდებები ფლოტზე და საექსპედიციო დანახარჯებია ფლოტის შენახვაზე
4.11.	$P_{გ.სთ.}$	გემის დატვირთვა გემ.საათების ნორმა.

ყოველივე ზემოთმოყვანილის გათვალისწინებით დამუშავებული იქნა ნავთობტვირთების გადატვირთვის კომპლექსის მათემატიკური მოდელის სტრუქტურული ბლოკ-სქემა (ნახ. 7) და დაგეგმვისა და მართვის იმიტაციური მოდელის აგების ლოგიკური სქემა (ნახ. 8).

შერჩეული ოპტიმალობის კრიტერიუმის საფუძველზე ფორმალიზებული და შემუშავებული იქნა გადამტვირთი კომპლექსის ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელი, რომლის დროსაც უნდა შესრულდეს შემდეგი პირობები და მოთხოვნები:

კომპლექსის ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელი, რომლის დროსაც უნდა შესრულდეს შემდეგი პირობები და მოთხოვნები

$$F_{KS}^{ML} = \max_{i \in m, k \in K, t \in T} \left\{ \frac{\sum_{h \in H} \sum_{i_1 \in I_1} \left( \sum_{\mu \in \xi} X_{kh\mu i_1 t} \cdot U_{kh\mu i_1 t} + X_{khi_1 t} \cdot U_{khi_1 t} \right)}{[(1+i)(1+\tau)]^t} + \right.$$

$$\frac{\sum_{\psi \in \Psi} \sum_{i_2 \in I_2} [X_{k\psi i_2 t} \cdot U_{k\psi i_2 t} + X_{\psi i_2 t} \cdot U_{\psi i_2 t}] + \sum_{i_1 \in I_1} \sum_{s \in S} \left( \sum_{h \in H} X_{hsi_1 t} \cdot U_{hsi_1 t} + \sum_{\psi \in \Psi} X_{\psi si_1 t} \cdot U_{\psi si_1 t} \right)}{[(1+i)(1+\tau)]^t} +$$

$$\left. \frac{\sum_{i_1 \in I_1} \sum_{s \in S} \left( \sum_{h \in H} X_{hsi_1 t} \cdot U_{hsi_1 t} + \sum_{\psi \in \Psi} X_{\psi si_1 t} \cdot U_{\psi si_1 t} \right) + \sum_{\mu \in \xi} \sum_{l \in L} X_{\mu l t} \cdot U_{\mu l t} + \sum_{s \in S} \sum_{i_1 \in I_1} \sum_{i_2 \in I_2} X_{ksi_1 i_2} \cdot U_{ki_1 i_2}}{[(1+i)(1+\tau)]^t} \right\}$$





შედარებისა და კორექტირების ბლოკი

1.	პრობლემის ფორმულირება: ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადატვირთვის სატრანსპორტო-ლოგისტიკური კომპლექსების მუშაობის ეფექტურობის ამაღლება და განვითარება: ძირითადი ქვეპრობლემების გამოყოფა და აგების მიმართულებათა შერჩევა.		
2.	სისტემის ტექნოლოგიური და ფუნქციონალური სტრუქტურის შექმნის მეთოდების ანალიზი. ურთიერთქმედების –გადამტვირთი კომპლექსი-გარემოს გამოკვლევა. საწვის ინფორმაციის შეკრება და ანალიზი.		
3.	პრობლემის გადაწყვეტის მეთოდების გამოკვლევა და მოდელირების მეთოდის შერჩევა. გადამტვირთი კომპლექსების ინტეგრაციის პოტენციალური შესაძლებლობების ფორმირება. გადატვირთვის სატრანსპორტო-ლოგისტიკურ მომსახურებაზე მოთხოვნის განსაზღვრა, ფუნქციონირების შეფასების, მანევრებლების, პროგნოზური მოდელების დამუშავება და ექსპერიმენტის შესრულების შემოწმება.		
4.	გადატვირთვის კომპლექსის მოდელის ფორმირება: იმიტაციური ექსპერიმენტების მიზნები და ამოცანები: სისტემის ფუნქციონირების ვარიანტების ექსპერიმენტულ შეფასებათა კრიტერიუმების ფორმულირება.		
	4.1.	იმიტაციური ექსპერიმენტების რეალიზაციის კლასიკური სიტუაციებისა და ეტაპების გამოყოფა.	
	4.2.	საგეგმო და სამმართველო გადაწყვეტილებათა შერჩევა.	
	4.3.	საგენერაციო მანევრებლების განსაზღვრა და შემთხვევითი პროცესების გენერაციის მეთოდების შერჩევა.	
5.	გადატვირთვის კომპლექსში ტექნოლოგიური პროცესის მოდელი (ტოპოლოგიური აღწერა, მოდელის სახის განსაზღვრა და მისი აღწერა).		
6.	გადატვირთვის კომპლექსის დაგეგმვისა და მართვის იმიტაციური მოდელის მოდულური სტრუქტურის აგება. სისტემის დიკომპოზიცია. ქვემოდელის აღწერა და პარამეტრიზაცია.		
7.	მოდელში ძირითადი წესების (სტრატეგიების) დამუშავება. მოდელის პარამეტრების განსაზღვრა.		
8.	სისტემის ანალიზი და ძირითადი ქვესისტემების გამოყოფა		
	სარკინიგზო ტრანსპორტის შენახვის ქვესისტემა	გადატვირთვების ქვესისტემა	ფლოტის მომსახურება
9.	კომპლექსის ქვესისტემებისათვის იმიტაციური ალგორითმების დამუშავება	10.	კომპლექსის ქვესისტემებისათვის იმიტაციური მოდელების დამუშავება
11.	გადატვირთვის კომპლექსის დაგეგმვისა და მართვის იმიტაციური მოდელის ძირითადი მოდელების დამუშავება.		
12.	გადატვირთვის კომპლექსის სტრუქტურის, სინთეზი. კომპლექსის ფუნქციონირების ჯამური პარამეტრების პირდაპირი ანგარიშის ალგორითმის დამუშავება.		
13.	მონაცემების შეკრება და წინასწარი დამუშავება. სისტემური დატვირთვის აღწერა და მონაცემების ბანკების შექმნა		
	სტატისტიკური მონაცემები	დინამიკური მონაცემები	დამხმარე პირობები
14.	იმიტაციური სისტემის რეალიზაცია		
14.1.	მოდელის პროგრამირება და გამართვა. მოდელის შემოწმება, გამოცდა და გამოკვლევა. მოდელის ვერიფიკაცია და ვალიდაცია.		
14.2.	იმიტაციური ექსპერიმენტების ჩატარება და მოდელის თვისებების შესწავლა. იმიტაციური ექსპერიმენტის დაგეგმვა		
14.3.	მოდელის ექსპლუატაცია. მოდელირების ანგარიშების განხორციელება. გამოთვლითი მონაცემების შევსება, რეგისტრაცია და დაგროვება. პროცესის მიმდინარეობაზე დაკვირვება.		
14.4.	მოდელირების შედეგების დამუშავება და ინტერპრეტაცია და მისი გამოყენება გადატვირთვის კომპლექსის პროექტირების პროცესში.		
14.5.	ექსპერიმენტების შედეგების გამზოგადოება და საბოლოო საპროექტო გადაწყვეტილებათა მიღება.		
15.	გადატვირთვის კომპლექსების პროექტირების ერთიანი კომპლექსური მეთოდოლოგიის დამუშავება.		

**ნახ. 8. ნავთობპროდუქტების გადატვირთვის სატრანსპორტო ლოგისტიკური კომპლექსის დაგეგმვისა და მართვის იმიტაციური მოდელის აგების ლოგიკური სქემა**

$$\left[ \frac{+ \sum_{h \in H} \sum_{i_1 \in I_1} \left( \sum_{\mu \in \xi} X_{kh\mu i_1 t} \cdot K_{kh\mu i_1 t} + X_{khi_1 t} \cdot K_{khi_1 t} \right) + \sum_{\psi \in \Psi} \sum_{i_2 \in I_2} \left[ X_{k\psi i_2 t} \cdot K_{k\psi i_2 t} + X_{\psi i_2 t} \cdot K_{\psi i_2 t} \right]}{[(1+i)(1+\tau)]^t} \right. \\
\left. + \sum_{i_1 \in I_1} \sum_{s \in S} \left[ \sum_{h \in H} X_{hsi_1 t} \cdot K_{hsi_1 t} + \sum_{\psi \in \Psi} X_{\psi si_1 t} \cdot K_{\psi si_1 t} \right] + \sum_{\mu \in \xi} \sum_{l \in L} X_{\mu l t} \cdot K_{\mu l t} + \sum_{s \in S} \sum_{i_1 \in I_1} X_{ksi_1 i_2} \cdot K_{si_1 i_2} \right] \\
\left[ \frac{+ \sum_{h \in H} \sum_{i_1 \in I_1} \left( \sum_{\mu \in \xi} X_{kh\mu i_1 t} \cdot C_{kh\mu i_1 t} + X_{khi_1 t} \cdot C_{khi_1 t} \right) + \sum_{\psi \in \Psi} \sum_{i_2 \in I_2} \left[ X_{k\psi i_2 t} \cdot C_{k\psi i_2 t} + X_{\psi i_2 t} \cdot C_{\psi i_2 t} \right]}{[(1+i)(1+\tau)]^t} \right. \\
\left. + \sum_{i_1 \in I_1} \sum_{s \in S} \left( \sum_{h \in H} X_{hsi_1 t} \cdot C_{hsi_1 t} + \sum_{\psi \in \Psi} X_{\psi si_1 t} \cdot C_{\psi si_1 t} \right) + \sum_{\mu \in \xi} \sum_{l \in L} X_{\mu l t} \cdot C_{\mu l t} + \sum_{s \in S} \sum_{i_1 \in I_1} X_{ksi_1 i_2} \cdot C_{ki_1 i_2} \right] \Bigg\}.$$

- ნავთობტვირთების გადატვირთვისა და მასზე მოთხოვნის მოცულობებს შორის ბალანსი;
- კომპლექსის გამტარუნარიანობის პარამეტრი;
- გადაზიდვების მოცულობების ბალანსი;
- სარკინიგზო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის გამოყენების პირობები;
- შრომის რესურსების გამოყენების პირობა;
- ცვლადების მთელრიცხვიანობისა და დადებითობის პირობა.

**სადისერტაციო ნაშრომში ჩამოყალიბდა შემდეგი ძირითადი დასკვნები:**

1. დამუშავებულია სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსებში სარკინიგზოდან საზღვაო ტრანსპორტზე ნავთობტვირთების გადატვირთვისას ტექნოლოგიური პროცესის ოპტიმიზაციის მეცნიერულად დასაბუთებული მოდელი, დაფუძნებული თანამედროვე სატრანსპორტო ლოგისტიკის ძირითად კანონზომიერებებზე, სათანადო ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებებით;

2. გადატვირთვის პროცესის ცალკეული პარამეტრების გავლენის ამსახველი დამუშავებული მათემატიკური მოდელებისა და შესაბამისი გაანგარიშების შედეგების ანალიზის საფუძველზე, ნაჩვენებია გადატვირთვის ეფექტურობის ამაღლებისათვის ლოგისტიკური კომპლექსის ცალკეული ქვესისტემების ტექნიკური პარამეტრების გაანგარიშების გადამწყვეტი მნიშვნელობა. კერძოდ, დადგინდა, რომ სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსში ტექნიკურად შეუძლებელია ნავთობტვირთების გადატვირთვა პირდაპირი ვარიანტით, ანუ ვაგონიდან გემზე. უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს გადატვირთვის პროცესში წარმოადგენს სასაწყობო სიმძლავრეების ოპტიმალური მნიშვნელობები, როგორც გემშიური ნავთობტვირთების ათვისებისას, ასევე გადატვირთვის კომპლექსში სარკინიგზო და საზღვაო სატრანსპორტო საშუალებების ურთიერთშეთანხმებული მოსვლის გრაფიკის შეუსრულებლობის შემთხვევაშიც;
3. დადგინდა, რომ ბათუმის სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსებში წლიური გადამუშავებისუნარიანობა შეადგენს დაახლოებით 10 მლნ.ტ-ს, აქედან უდიდესი წილი ნავთობტვირთებია ( $\approx 8$  მლნ.ტ=85%). ფოთის კომპლექსში წლიურად გადამუშავდება დაახლოებით 6 მლნ.ტ ტვირთი, საიდანაც დაახლოებით 15% ანუ 1 მლნ.ტონა, ნავთობტვირთია. ბათუმის კომპლექსში რეალურად რეალიზებულმა სიმძლავრემ შეადგინა 63, ხოლო ფოთისაში – 75%;
4. ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე დადგინდა საქართველოს სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსებში ნავთობტვირთებისათვის საჭირო სასაწყობო ტევადობების ოპტიმალური მნიშვნელობები: ასათვისებელი ტვირთნაკადის რეალური სიდიდის პირობებში 6 მლნ.ტ ნავთობტვირთის ასათვისებლად საჭიროა 25 ცალი 5000 ტ ტევადობის რეზერვუარი.. ამასთან, საჭიროა ბათუმისა და ფოთის ტერმინალებში, სატრანსპორტო საშუალებების ურთიერთშეთანხმებული მოსვლის გრაფიკის დარღვევის შემთხვევაში, ნავთობტვირთის მოცდენის (მატარებლის მოცდენის) ლიკვიდაციის მიზნით, აიგოს სამი მატარებლის ნეტომასაზე გათვლილი დამატებითი რეზერვუარი, რაც საშუალოდ თითოეული პორტისათვის შეადგენს 3600 ტ-ს;

5. ჩატარდა ნავთობტვირთების გადატვირთვაში მონაწილე სატრანსპორტო სისტემების რაციონალური ურთიერთქმედების ანალიზი, რის საფუძველზეც დადგინდა, რომ სარკინიგზო ტრანსპორტზე გრაფიკი სრულდება დაახლოებით 85, ხოლო საზღვაოზე – 65-ით. განისაზღვრა სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობისას, დადგენილი გრაფიკიდან მათი გადახრის ალბათობა გასაველელი მანძილის სიდიდისაგან დამოკიდებულებით. კერძოდ, როცა გასაველელი მანძილი გადატვირთვის პუნქტამდე შეადგენს 500 კმ-ს, გრაფიკის შესრულების ალბათობა ტრანსპორტის ორივე სახეობაზე ყველაზე მაღალია; ამ დროს ეს სიდიდე რკინიგზის ტრანსპორტზე შეადგენს 0,988, ხოლო საზღვაოზე – 0,981. გასაველელი მანძილის გადიდებით გრაფიკის შესრულების ალბათობა მცირდება: როცა გასაველელი მანძილი 1000 კმ-ია, სარკინიგზო ტრანსპორტზე გრაფიკის შესრულების ალბათობაა 0,970, ხოლო საზღვაოზე – 0,955; მანძილის გაზრდით 2000 კმ-დე, გრაფიკის შესრულების ალბათობის მნიშვნელობებია შესაბამისად 0,948 და 0,922;
6. დამუშავებულია ნავთობტვირთების გადატვირთვის ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელი, რის საფუძველზეც დადგინდა, რომ სარკინიგზო-საზღვაო ტრანსპორტით ნავთობტვირთების შერეული გადაზიდვების დროს, განსხვავებით „მშრალი“ ტვირთებისაგან, ოპტიმიზაცია გადატვირთვის ინტენსიური ტექნოლოგიით (პირდაპირი ვარიანტით) შეუძლებელია, ასევე შეუძლებელია გადატვირთვის ოპტიმალური ვარიანტის მიღება სატრანსპორტო საშუალებების რაციონალური ურთიერთქმედებით მათი დაუგეგმავი მოცდენების შემცირების მიზნით; ოპტიმალური ვარიანტი მიიღება მატარებელში ლოგისტიკის პრინციპით ვაგონთა დაჯგუფებისა და მარშრუტიზაციის დონის ამალღების გზით. ამ დროს არსებულ ტექნოლოგიასა და შემოთავაზებულს შორის, ნავთობტვირთების დამუშავებაზე საჭირო დროის ხარჯი მცირდება 0,4-1,0 სთ-ით. საქართველოს სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსებში შემოთავაზებული მეთოდით ნავთობტვირთების გადატვირთვისას, შესაძლო ეკონომიკური ეფექტი შეადგენს 6,0-6,5 მლნ. ლარს წელიწადში;

7. დამუშავებულია ლოგისტიკური პრინციპებით ნავთობტვირთების გადატვირთვის ტექნოლოგიური სტრუქტურა სისტემური მიდგომის მეთოდოლოგიისა და ნავთობტვირთების გადატვირთვის სპეციფიკის გათვალისწინებით; შესრულებულია პროცესების დაწვრილებითი დეკომპოზიციური ანალიზი სივრცის, დროის, ფუნქციონალური და ორგანიზაციული ასპექტების მიხედვით. დადგენილია კომპლექსის სრული კლასიფიკაცია ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელის შესადგენად;
8. დამუშავებულია კომპლექსის სტრუქტურულ-პარამეტრული მოდელის შედგენის მეთოდოლოგიური საფუძვლები და მისი ბლოკ-სქემა. პარამეტრული სინთეზის საფუძველზე ფუნქციონალურ ასპექტში შედგენილია კომპლექსისა და მისი ქვესისტემების ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ჯამური ცხრილი ცალკეული ჯგუფების მიხედვით;
9. ეფექტურობის შერჩეული კრიტერიუმების საფუძველზე ჩატარებულია მიზნობრივი ფუნქციის მათემატიკური ფორმალიზაცია; დამუშავებული და შემოთავაზებულია ნავთობტვირთების გადატვირთვის კომპლექსის ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელი, აღწერილი ოპტიმიზაციის პროცედურების შესაბამისი შეზღუდვებისა და პირობების გათვალისწინებით.

**დისერტაციის ძირითადი შინაარსი ასახულია შემდეგ  
პუბლიკაციებში:**

1. ლომოური გ., ბოცვაძე ლ. საქართველოს საპორტო სადგურებში ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადატვირთვის სატრანსპორტო-ლოგისტიკური კომპლექსების ოპტიმიზაციის აუცილებლობა სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის ურთიერთქმედების პირობებში. თბილისი, „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ № 2(21). – 2011. – გვ. 143-149.
2. ლომოური გ., ბოცვაძე ლ. საქართველოს სარკინიგზო-საზღვაო კომპლექსებში ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადატვირთვის რეალურად რეალიზებული სიმძლავრის გამოკვლევა. თბილისი, ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ № 2(21). – 2011. – გვ. 157-165.

3. Lomouri G., Definition of directions of Georgian Railwai passage technical capacity development in relation of cargo traffic characher. Tbilisi, International scientific journal “Problems of mechanics”, N1, 2011, pp. 87-70.
4. ლომოური გ. საქართველოს პორტების სატრანსპორტო-ლოგისტიკურ კომპლექსებში წარმოების გაზრდის შესაძლებლობები ნავთობისა და ნავთობტვირთების გადატვირთვის დროს. თბილისი, ჟურნალი „ტრანსპირტი და მანქანათმშენებლობა“, № 1(23), 2012, გვ. 173-180.

## Abstract

In the current conditions in list of transported goods significant place have the liquid cargo, amongst them most important are the oil and petroleum products. These goods are characterized by a high level of concentration of production and stability of freight flow.

Among the carrying out in conditions of Georgia in recent year's significance international power projects the most important place is occupied by oil and petroleum products. The transportation of these cargos is implemented by intermodal transportation forms by simultaneous participation of railway, pipeline and marine transport. The oil terminals are located in the Georgia sea ports - Batumi and Poti, as well as in Supsa (under construction) and Kulevi (under the construction completing process). Their supply is carried out by rail and pipeline transport. The demand on oil and petroleum products (petroleum cargo) increases perpendicular year accordingly is increasing the traffic volume as well as load on petroleum terminals and ports advancing railway station cargo handling equipment.

It should be noted that in the beginning of the XXI century began a new era in the development of world economy. This circumstance is stipulated due political cataclysms occurred at end of the XX century. The establishment of new, independent countries and their integration in the world economic system raises completely new tasks for newly established, as well as the rest of the countries. These factors are reflected in the operation of transport system. In particular, "opens the borders" between the newly established countries and the rest of the world, were established a new transportation directions that in turn causes the creation and operation of new international corridors in several countries simultaneously. On the Georgia territory nowadays is operating known as "TRACECA # 10" the international transport corridor. In fact, the former Georgian Soviet Socialist Republic, which is not very effective in terms of transport capacity in other Soviet republics, has become the vital connecting country between Asia and Europe, while leading branches of its transport system – railway from "dead end" track transforms into the transit route.

In the conditions of market economy, when is the high level of competition in the transport services market is necessary to ensure goods rapid transportation exactly in the agreed terms. In many cases this condition represents the basis of partnership agreement between the parties. In particular, the main objective of Georgia Railway functioning has become non-stor transit freight transportation in "TRACECA" transport corridor.

From the carried out analysis has been shown that approximately 60% of the goods transported by Georgia Railway consists from petroleum products. Due the investigation is defined that on the main direction of the Georgia Railway the implementation of a transportation process rational full cycle as one of the impeding reason is the oil and petroleum products processing-related issues (the final phase railway transportation full cycle). It is known that oil and petroleum products attributable to a particular type of goods that are related with significant different technical, freight, commercial and shunting (complicated) operations in comparison with other cargo. The petroleum products according to their origination (bright, black), requires an adequate rolling stock, they are characterized by easy-to-ignition, high viscosity, vaporization, corrosive impact on metal and harmful effects on the human body. Besides the above mentioned, are specific their acceptance, possession, issuance, running, casting, handling from one mode of transport to another (pouring)



technologies. Thus, we can conclude that transportation of oil and petroleum goods is a complex problem, and for its implementation are necessary special conditions.

In conditions of annually growing of oil freight flow, we found that the Georgian petroleum terminals can not provide the necessary handling capacity, their technical equipment and handling technological processes can not to meet the requirements, and therefore there is a great loss. Increases the established norms for railway and sea rolling stock idle time, increasing non-operational costs that negatively affects on the port and being in interaction with it separate modes operation efficiency, on the first plane raises railway and maritime transport interaction problems, as the major from these problems is the joints (railway and maritime transport interaction) subsystem technical development mismatch as well as incorrect regulation. Due the mentioned reason in often cases on the port advances spans are idle located (waiting for the handling process) dozens trains (hundreds of cars), and directly in the port station - dozens of “supply” waiting for handling.

As the main reason of irrational interaction between railway and maritime transport in many years consists in improper, inappropriate development due the non-operative situations of the technical facilities, non-rhythmical and uncoordinated delivery of cargo to ports and handling points as well as in mismatch of overloading capacity between different modes of transport, their improper development and application.

At interaction between the railway and maritime transport the optimization of oil and petroleum products handling would only be rational by development of technical - economic and organizational schemes and due taking into account the principles of transport logistics. In addition, it should be noted that the application in such tasks solution of logistics has not yet been properly studied and represents the actual problem. Thus, is revealed the topicality of problem: non-stop handling of carriages traffic and providing of flow operation of the “station – port” subsystem, systematization cargo delivery in freight terminals, mutually acceptable technical - technological parameters refinement and the definition of intensive latest technologies based on the principles of modern transport logistics.

Thus, the objective of the presented dissertation work is the definition of Georgia sea handling complexes optimal operating modes at mixed railway - marine petroleum products traffic, due the analysis of existing and in the near future possible technical – technological factors and their complex implementation, grounding on the fully consideration of transport logistics basic regulation.

In the work is analyzing the energy carriers transportation process in new economic conditions, are defined optimal criteria of oil and petroleum products transportation, are determined the specific technical - technological parameters.